(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2015 年 7 月 23 日 (23.07.2015)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2015/106372 A1

(51) 国际专利分类号:
G06F 19/00 (2011.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2014/000966

(22) 国际申请日: 2014 年 11 月 3 日 (03.11.2014)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201410021079.6 2014 年 1 月 17 日 (17.01.2014) CN

(71) 申请人: **华东理工大学 (EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY)** [CN/CN]; 中国上海市徐汇区梅陇路 130 号, Shanghai 200237 (CN)。

(72) 发明人: **钱锋 (QIAN, Feng)**; 中国上海市徐汇区梅陇路 130 号, Shanghai 200237 (CN)。 **程辉 (CHENG, Hui)**; 中国上海市徐汇区梅陇路 130 号, Shanghai 200237 (CN)。 **杜文莉 (DU, Wenli)**; 中国上海市徐汇区梅陇路 130 号, Shanghai 200237 (CN)。

(74) 代理人: **上海新天专利代理有限公司 (SHANGHAI XIN TIAN PATENT AGENT CO., LTD.)**; 中国上海市南昌路 59 号 1606 室, Shanghai 200020 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[见续页]

(54) **Title**: OFFLINE OPTIMIZATION METHOD OF GASOLINE BLENDING

(54) **发明名称**: 汽油调合离线优化方法

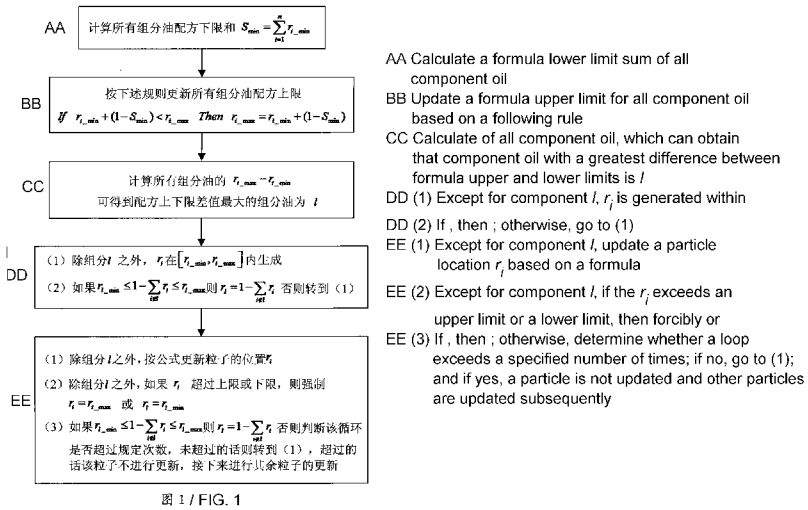


图 1 / FIG. 1

(57) **Abstract**: Disclosed is an offline optimization method of gasoline blending. The method comprises: first building a gasoline blending model, wherein the model comprehensively considers lowest blending costs, minimum product mass excess and minimum manganese agent usage under prerequisites of meeting a product index constraint, a component inventory constraint, a manganese agent usage restriction and a material balance constraint; and then using a particle swarm optimization algorithm to perform optimization calculation on the model that is built, wherein the particle swarm optimization algorithm uses a new processing manner for an equality constraint in the blending model, which can ensure that a result after each particle swarm update meets an equality constraint condition. Not only a swarm scale is ensured, but also a computing speed is increased.

(57) **摘要**: 本发明公开了一种汽油调合离线优化方法，该方法首先建立了汽油调合模型，该模型在满足产品指标约束，组分库存约束，锰剂用量限制、物料平衡约束的前提下，综合考虑了调合成本最低、产品质量过剩最小以及锰剂用量最小。然后采用粒子群优化算法对所建立的模型进行优化计算，粒子群优化算法对调合模型中的等式约束，采用了新的处理方式，能保证粒子群每次更新后的结果都满足等式约束条件，既保证了种群的规模，又加快了运算速度。

WO 2015/106372 A1

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

汽油调合离线优化方法

技术领域

本发明属于汽油调合领域，涉及汽油调合离线优化方法。

背景技术

车用汽油牌号越高性能越好。汽油内在质量主要监测项目包括：抗爆性（研究法辛烷值、马达法辛烷值）、蒸汽压、硫含量、烯烃含量、芳烃含量、苯含量、馏程、诱导期、铜片腐蚀等。在这些指标当中，尤以汽油抗爆性最为重要，而辛烷值可以直接反应汽油的抗爆性能，所以以辛烷值表示汽油牌号的高低，行业当中普遍采用研究法辛烷值和马达法辛烷值的平均值表示。

汽油的成分比较复杂，主要是烷烃，从C4到C12，其中以C5到C9为主。各种汽油的组分不同，所以它们的理化常数也是不一样的，规定纯异辛烷（2,2,4-三甲基戊烷）和正庚烷的辛烷值分别为100和0。分子量相近的不同烃类，其辛烷值以正构烷烃最低，高度分支的异构烷烃、异构烯烃和芳香烃的辛烷值最高，环烷烃和分支少的异构烷烃、正构烯烃介于中间。对于同一族烃类，分子量越小，沸点越低，其抗爆性越好。汽油成分的复杂性，致使汽油调合模型实际上属于一个非线性模型。

由于汽油调合模型具有非线性性质，所以采用传统的数学规划方法往往需要大量的数学变换等步骤，而最终却难以解决此类实际工程问题。粒子群优化算法（PSO），属于人工智能优化算法范畴，可以有效的解决此类问题。粒子群优化算法其基本思想是通过群体中个体之间的协作和信息共享来寻找最优解。在粒子群优化算法中，在解空间范围内随机产生一群粒子作为最优化问题的初始解，每个粒子具有不同的初始位置和速度，并由最优化问题定义的适应度函数确定粒子的适应值。然后种群不断进行迭代更新，在每一次迭代过程中，粒

子根据两个极值来更新自己的位置和速度。一个是粒子迄今为止搜索到的最优解，另一个是整个粒子种群迄今为止搜索到的最优解。经过设定的迭代次数或者达到可以接受的精度范围之后，整个种群搜索到的全局最优位置即为最优化问题的解。

发明内容

汽油调合优化的目标是调合成本最低或成品汽油质量过剩最小，同时要结合实际生产状况，综合考虑满足各种汽油质量指标约束（包括RON、MON、DON、RVP、硫含量、苯含量、氧含量、烯烃含量、芳烃含量、密度等）、各组分油的库存和产量限制以及各组分油的配方限制，另外还有添加剂的用量等。

为达到以上目标，本发明设计以下技术方案来实现，包括如下步骤:

一、根据市场产品需求，组分油产量及库存约束，选定参与调合的组分油品，进行调合的产品牌号。

二、设置参与调合的组分的配方上下限制，添加剂上下限等约束范围，输入各个参与调合的组分油属性。建立汽油调合的数学模型，其中综合考虑了三个指标: 调合成本最低、质量过剩最小以及锰剂用量最小（虽然锰剂可以提升汽油的辛烷值，但过量使用可能对汽车发动机的一些关键部件产生损伤和造成环境污染），一个n参调组分的汽油调合模型目标函数如下:

$$Min\left[w_c \cdot (\sum_{i=1}^{n} c_i \cdot r_i + c_m \cdot r_m) + w_g \cdot \sum_{j \in S} sc_j \cdot g_j\left(P_j, s_j\right) + w_m \cdot r_m \right]$$

式中:

i，j—调合组分油品标号，汽油属性指标（辛烷值、蒸汽压、烯烃等等）；

r_i，r_m—待优化的各组分油配比，锰剂用量（单位mg/L）；

c_i，c_m—各组分油的单位体积成本，锰剂单位质量的价格；

sc_j—各属性单位质量过剩成本；

w_c，w_g，w_m—调合成本最低权值，属性质量过剩最小权值，锰剂用量最小权值；

S—油品属性集合，包括研究法辛烷值（RON），马达法辛烷值（MON），抗爆指数（DON，数值为 RON 和 MON 的平均值），雷德蒸汽压（RVP），硫含量（SULF），密度（SPGR），烯烃含量（OLEFINS），芳烃含量（AROM），苯含量（BENZ）等国标规定的汽油指标。

$g_j(P_j, s_j)$—根据属性 j 的调合后成品罐内预测值 $TP(P_j, MMT)$ 和质量指标 s_j 计算该属性质量过剩的函数：

$$h_j(P_j, s_j) = \mathrm{sgn}(s_j) \cdot (TP(P_j, r_m) - s_j)$$

$$g_j(P_j, s_j) = \max(h_j(P_j, s_j), 0)$$

式中：

$\mathrm{sgn}(s_j)$—符号函数，如成品油第 j 种属性要求大于等于相应指标，函数输出为 +1，反之函数输出为 −1；

P_j—组分油的调合预测值，对于 RON 和 MON 属性，按照以下公式计算：

$$P_j = \sum_{i=1}^{n} (r_i \cdot Qx(O_{ji}))$$

其中：r_i 为第 i 种组分油的配方，$Qx(O_{j,i})$ 按照以下公式计算

$$Qx(O_{j,i}) = O_{j,i} + pb_{j,i}, j \in \{RON, MON\}$$

其中：$i = 1, 2, \cdots n$ 为各组分油编号；$j \in \{RON, MON\}$ 为油品的研究法与马达法辛烷值属性；pb_{ji} 为组分油 RON 和 MON 属性的调合效应参数；O_{ji} 为第 i 种组分油的 RON 或 MON 属性；

对于 RVP 则按照以下公式计算：

$$P_j = \sum_{i=1}^{n} (RVP_i)^{1.25} \cdot r_i$$

其中，RVP_i 为第 i 个组分油的属性。

对于硫含量、密度、烯烃含量、芳烃含量、苯含量，组分油的调合预测值 P_j，按照以下线性调合公式计算：

$$P_j = \sum_{i=1}^{n} (r_i \cdot O_{ji}), j \in \{SULF, SPGR, OLEFINS, AROM, BENZ\}$$

$TP(P_j, r_m)$ —组分油的调合属性预测值 P_j 和锰剂添加量 r_m（单位 mg/L）的函数，表示最终成品罐中的汽油属性预测值。对于硫含量、密度、烯烃、芳烃、苯无须变换，$TP(P_j, r_m) = P_j$；而锰剂是辛烷值提升剂，增加汽油的 RON 和 MON 值，按以下公式计算：

加锰剂后 RON 计算公式如下：

$$TP(P_j, r_m) = BH_j + a_1 \cdot r_m^{1/2} \cdot (a_2 + a_3 \cdot BH_j + a_4 BH_{AROM}), j \in \{RON\}$$

加锰剂后 MON 计算公式如下：

$$TP(P_j, r_m) = BH_j + b_1 \cdot r_m^{3/4} \cdot (b_2 + b_3 \cdot BH_j + b_4 r_m \cdot (b_5 \cdot BH_{AROM} + b_6 \cdot (BH_{RON} - BH_j))), j \in \{MON\}$$

式中：

BH_j —加锰剂前的 RON 或 MON 属性，数值等于 P_j；

BH_{AROM} —芳烃的调合属性，即 $P_j,\{j \in AROM\}$

$a_1,a_2,a_3,a_4,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5,b_6$ —常系数。

约束条件为：

（1）汽油产品属性指标：$0 \le h_j(P_j,s_j)$；

（2）组分油库存约束：$r_{i_\min} \le r_i \le r_{i_\max}$；

（3）锰剂用量限制：$r_{m_\min} \le r_m \le r_{m_\max}$；

（4）物料平衡约束：$\sum_{i=1}^{n} r_i = 1$。

三、如上所述汽油调合模型，具有三个不等式约束和一个等式约束，粒子群优化算法中对以上约束条件，采用了以下的处理方式：

（1）汽油调合的前提是最终产品合格，在产品各属性都达到国家质量标准的基础上，才能实施成本最低、过剩最小和锰用量最小的优化，为此，将调合目标函数公式加上一个不合格属性惩罚项，将产品属性指标这个约束条件转化到目标函数中，采用如下公式作为粒子群优化算法的目标函数：

$$Min\left[w_c \cdot (\sum_{i=1}^{n} c_i \cdot r_i + c_m \cdot r_m) + w_g \cdot \sum_{j \in S} sc_j \cdot g_j\left(P_j,s_j\right) + w_m \cdot r_m + w_u \sum_{j \in S} u_j\left(P_j,s_j\right)\right]$$

$$u_j\left(P_j,s_j\right) = abs\left(\min\left(h_j\left(P_j,s_j\right),0\right)\right)$$

（2）粒子群优化算法大多针对无约束优化问题或只有不等式约束优化问题，在

有等式约束条件的时候，通常采用内罚函数法或外罚函数法，将等式约束转化到目标函数中，但这种方法在进化过程中粒子的位置很难满足等式约束条件的可行解，影响了算法的收敛速度和解的精度。为此，本发明具体问题具体对待，针对汽油调合这个应用实例，假设粒子的每一维对应于一种组分油，对组分油库存这个等式约束采用了一种新的处理方法，保证种群中每个解在初始化后以及每代更新后都能满足约束条件，包括以下步骤：

①计算所有组分油的配方下限之和；

②更新组分油配方上限；

③选择出所有组分油中配方上下限差值最大的组分，称作基础组分；

④生成例子群算法的初始种群，其中除去基础组分外，其余组分在上下限范围内随机生成，基础组分则为其余组分生成完之后的剩余配方空间来代替，如果不满足上下限范围，则重新生成粒子；

⑤除去基础组分外，其余组分的例子按照基本粒子群算法更新粒子的速度和位置，如果超出上下限约束，则强制将粒子位置固定在上下限约束处。基础组分仍为其余组分更新完毕后的剩余配方空间来代替，如果基础组分粒子不满足上下限约束，则重新按照基本粒子群算法更新，循环更新最大不超过规定此时，如果超过规定次数仍没更新成功的话，则该粒子保持当前位置不更新。

本发明的有益效果在于所建立的汽油调合模型目标函数中不仅包含了了组分油的成本，而且包括了锰剂的用量，这样保证了调合成本最低的同时，降低了锰剂的用量，减少车辆部件损耗和环境污染；另一方面采用的等式约束处理方法，能保证粒子群每次更新后的结果都满足等式约束条件，既保证了种群的规模，又加快了运算速度。本发明在满足约束条件的前提下，可以快速计算得出一组最优的配方。

附图说明

图 1 是有等式约束的粒子群优化算法流程。

具体实施方式

下面以某炼厂 93 号汽油的一个优化批次为例，详细说明本发明的实施方式:

（1）参加调合的油品为催化汽油、重催汽油、非芳汽油、MTBE、重整生产油共计 5 中组分油；添加剂为锰剂；

（2）设置组分油单位体积成本、组分配方百分比限制（即库存约束）如下表所示:

	催化汽油	重催汽油	非芳汽油	MTBE	重整生成油	合计
组分价格	4200	4300	3900	6000	5000	23400
最小配方	25.34	31.4	0	0	18	74.74
最大配方	34.52	40.58	45.91	1.84	19.1	141.95

（3）设置锰剂的最大用量为 5mg/L，最小用量为 0，锰剂单位质量成本 20 万元/吨。

（4）组分油的属性数据如下表所示:

	RON	MON	DON	RVP	SPGR	SULF	AROM	BENZ	OLEFINS
催化汽油	93	81.5	87.25	69	735	250	19	0.5	33
重催汽油	92	79.93	85.965	72	740	60	23	0.6	40
非芳汽油	68.5	67.1	67.8	82.5	668	0	0.4	0	2
MTBE	108	95.5	101.75	44	740	54	0	0	0
重整生成油	102	95	98.5	44	800	0	63	1	0.9

（5）各属性单位质量过剩成本及优化的产品指标如下表所示:

	RON	DON	RVP	SPGR	SULF	AROM	BENZ	OLEFINS
过剩成本	0.15	0.1	0	0	0	0	0	0
产品指标	93.2	88.1	72	770	145	40	1	28

（6）调合成本最低权值设为 10，属性质量过剩最小权值设为 1000，锰剂用量最小权值 10。

（7）组分油 RON 和 MON 属性的调合效应参数如下表所示:

	催化汽油	重催汽油	非芳汽油	MTBE	重整生成油
研究辛烷值	-0.1987	0.754	10.4333	0	-0.1326
马达辛烷值	0.7679	0.9526	2.0878	0	-4.1979

（8）加锰剂后的RON和MON计算公式中的各系数值为：

$a_1 = 0.0615, a = 42.75_2, a_3 = -0.3868, a_4 = -0.02168$

$b_1 = 0.01527, b_2 = 43.04, b_3 = -0.3868, b_4 = -0.003788, b_5 = 0.06075, b_6 = 0.6409$

（9）采用附图1所示流程为对等式约束进行处理和粒子群优化计算：

①计算所有组分油的配方下限之和为74.74；

②更新组分油配方上限，如下表所示：

组分油	催化汽油	重催汽油	非芳汽油	MTBE	重整生成油	合计
最小配方	25.34	31.4	0	0	18	74.74
最大配方	34.52	40.58	25.26	1.84	19.1	120.2

从上表可看出非芳汽油的上限更新为25.26。

③选择出所有组分油中配方上下限差值最大的组分非芳汽油作基础组分。

④生成粒子群算法的初始种群，其中除去非芳汽油这个基础组分外，其余组分在上下限范围内随机生成，基础组分则为其余组分生成完之后的剩余配方空间来代替，如果不满足上下限范围，则重新生成粒子，其中生产的一个粒子代表的配方如下表所示，可看出通过该方法产生的粒子能满足约束范围。

	催化汽油	重催汽油	非芳汽油	MTBE	重整生成油	合计
粒子配方	30.2	36.9	12.6	1.2	19.1	100

⑤除去非芳汽油这个基础组分外，其余组分的例子按照基本粒子群算法更新粒子的速度和位置，如果超出上下限约束，则强制将粒子位置固定在上下限约束处。基础组分仍为其余组分更新完毕后的剩余配方空间来代替，如果基础组分粒子不满足上下限约束，则重新按照基本粒子群算法更新，循环更新最大不超过规定次数，如果超过规定次数仍没更新成功的话，则该粒子保持当前位置不更新。

（10）采用有等式约束的粒子群优化算法，对建立的汽油调合模型进行优化计算，得到最终的优化配方结果如下：

	催化汽油	重催汽油	非芳汽油	MTBE	重整生成油	合计
粒子配方	33.33	39.18	9.05	0	18.44	100

综上所述仅为发明的较佳实施例而已，并非用来限定本发明的实施范围。即凡依本发明申请专利范围的内容所作的等效变化与修饰，都应为本发明的技术范畴。

权 利 要 求

1. 一种汽油调合离线优化方法，其特征在于，包括以下步骤：

步骤一：选定参与调合的组分油品种类、进行调合的产品牌号；

步骤二：设置参与调合组分的配方百分比上下限制，添加剂用量上下限约束范围，输入各个参与调合的组分油属性；建立汽油调合模型的目标函数为：调合成本最低、质量过剩最小、锰剂用量最小及汽油调合后的产品达到国家质量标准；

步骤三：采用粒子群优化算法优化汽油调合配方，约束条件为：汽油产品属性指标约束、组分油库存约束、锰剂用量约束和物料平衡约束。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于：步骤二中所述汽油调合模型目标函数如下：

$$Min\left[w_c\cdot(\sum_{i=1}^{n} c_i\cdot r_i + c_m\cdot r_m) + w_g\cdot\sum_{j\in S} sc_j\cdot g_j\left(P_j,s_j\right) + w_m\cdot r_m + w_u\sum_{j\in S} u_j\left(P_j,s_j\right)\right];$$

$$u_j\left(P_j,s_j\right) = abs\left(\min\left(h_j\left(P_j,s_j\right),0\right)\right);$$

式中：

i—调合组分油品标号；

j—汽油属性指标；

r_i—待优化的各组分油百分配比；

r_m—锰剂用量（单位mg/L）

c_i—各组分油的单位体积成本;

c_m—锰剂单位质量的价格;

sc_j—各属性单位质量过剩成本;

w_c—调合成本最低权值;

w_g—属性质量过剩最小权值;

w_m—锰剂用量最小权值;

S—油品属性集合，包括国标规定的汽油指标;

$g_j(P_j, s_j)$—根据属性 j 的调合后成品罐内预测值和质量指标计算该属性质量过剩的函数;

$h_j(P_j, s_j)$—属性 j 的质量过剩函数

$u_j(P_j, s_j)$—属性 j 的不达标函数

P_j—组分油的调合预测值;

s_j—产品质量指标;

abs—取绝对值函数;。

3. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，步骤二所述国标质量标准为包括以下的汽油指标: 研究法辛烷值(RON)，马达法辛烷值(MON)，抗爆指数(DON，数值为 RON 和 MON 的平均值)，雷德蒸汽压(RVP)，硫含量(SULF)，密度(SPGR)，

烯烃含量（OLEFINS），芳烃含量（AROM），和苯含量（BENZ）。

4. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述属性 j 的质量过剩函数计算公式为：

$$g_j\left(P_j, s_j\right)=\max\left(h_j\left(P_j, s_j\right),0\right);$$

$$h_j\left(P_j, s_j\right)=\mathrm{sgn}(s_j)\cdot\left(TP(P_j, r_m)-s_j\right);$$

式中：

$\mathrm{sgn}(s_j)$ —符号函数，如成品油第 j 种属性要求大于等于相应指标，函数输出为 +1，反之函数输出为 −1；

$TP(P_j, r_m)$ 为属性 j 的调合后成品罐内预测值，r_m 为锰剂添加量；

s_j —产品质量指标；

P_j —组分油的调合预测值。

5. 根据权利要求 4 所述的公式，其特征在于，所述组分油的调合预测值 P_j，对于 RON 和 MON 属性，按照以下公式计算：

$$P_j=\sum_{i=1}^{n}\left(r_i\cdot Qx\left(O_{ji}\right)\right);$$

其中：r_i 为第 i 种组分油的配方，$Qx\left(O_{j,i}\right)$ 按照以下公式计算；

$$Qx\left(O_{j,i}\right)=O_{j,i}+pb_{j,i},\ j\in\{RON, MON\};$$

其中：$i=1,2,\cdots n$ 为各组分油编号； RON 为研究法辛烷值，MON 为马达法辛烷值；pb_{ji} 为组分油 RON 和 MON 属性的调合效应参数；O_{ji} 为第 i 种组分油的 RON 或 MON 属性；。

所述组分油的调合预测值 P_j，对于 RVP 则按照以下公式计算：

$$P_j=\sum_{i=1}^{n}(RVP_i)^{1.25}\cdot r_i$$

其中，RVP_i 为第 i 个组分油的 RVP 属性。

所述组分油的调合预测值 P_j，对于硫含量、密度、烯烃含量、芳烃含量、苯含量，按照以下线性调合公式计算：

$$P_j=\sum_{i=1}^{n}\left(r_i\cdot O_{ji}\right), j\in\{SULF, SPGR, OLEFINS, AROM, BENZ\};$$

O_{ji} 为第 i 种组分油的 $SULF, SPGR, OLEFINS, AROM$ 或 $BENZ$ 属性。

6. 根据权利要求 4 所述的公式，其特征在于，所述 $TP(P_j,r_m)$ 对于硫含量、密度、烯烃、芳烃、苯无须变换，$TP(P_j,r_m)=P_j$；而锰剂是辛烷值提升剂，增加汽油的 RON 和 MON 值，按以下公式计算：

加锰剂后 RON 计算公式如下：

$$TP(P_j,r_m)=BH_j+a_1\cdot r_m^{1/2}\cdot(a_2+a_3\cdot BH_j+a_4BH_{AROM}), j\in\{RON\}$$

加锰剂后 MON 计算公式如下：

$$TP(P_j,r_m)=BH_j+b_1\cdot r_m^{3/4}\cdot(b_2+b_3\cdot BH_j+b_4r_m\cdot(b_5\cdot BH_{AROM}+b_6\cdot(BH_{RON}-BH_j))), j\in\{MON\}$$

式中：

BH_j —加锰剂前的 RON 或 MON 属性，数值等于 P_j；

BH_{AROM} —芳烃的调合属性，即 $P_j,\{j \in AROM\}$

$a_1,a_2,a_3,a_4,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5,b_6$ —常系数。

7. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，步骤三所述粒子群优化算法的约束条件为：

汽油产品属性指标约束：$0 \le h_j(P_j,s_j)$；

组分油库存约束：$r_{i_\min} \le r_i \le r_{i_\max}$；

锰剂用量约束：$r_{m_\min} \le r_m \le r_{m_\max}$；

物料平衡约束：$\sum_{i=1}^{n} r_i = 1$

8. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，步骤三所述粒子群优化算法针对有等式约束采用了一种处理方法，以保证种群中每个解在初始化后以及每代更新后都能满足约束条件，包括以下步骤：

步骤三. 1 计算所有组分油的配方百分比下限之和；

步骤三. 2 更新组分油配方百分比上限；

步骤三. 3 选择出所有组分油中配方上下限差值最大的组分，作为基础组分。

步骤三. 4 生成例子群优化算法的初始种群，除去基础组分外，其余组分在

上下限范围内随机生成，基础组分则为其余组分生成完之后的剩余配方空间来代替，如果不满足上下限范围，则重新生成粒子；

步骤三.5 除去基础组分外，其余组分的例子按照基本粒子群算法更新粒子的速度和位置，如果超出上下限约束，则强制将粒子位置固定在上下限约束处；基础组分仍为其余组分更新完毕后的剩余配方空间来代替，如果基础组分粒子不满足上下限约束，则重新按照基本粒子群算法更新，循环更新不超过规定次数，如果超过规定次数仍没更新成功的话，则该粒子保持当前位置不更新。

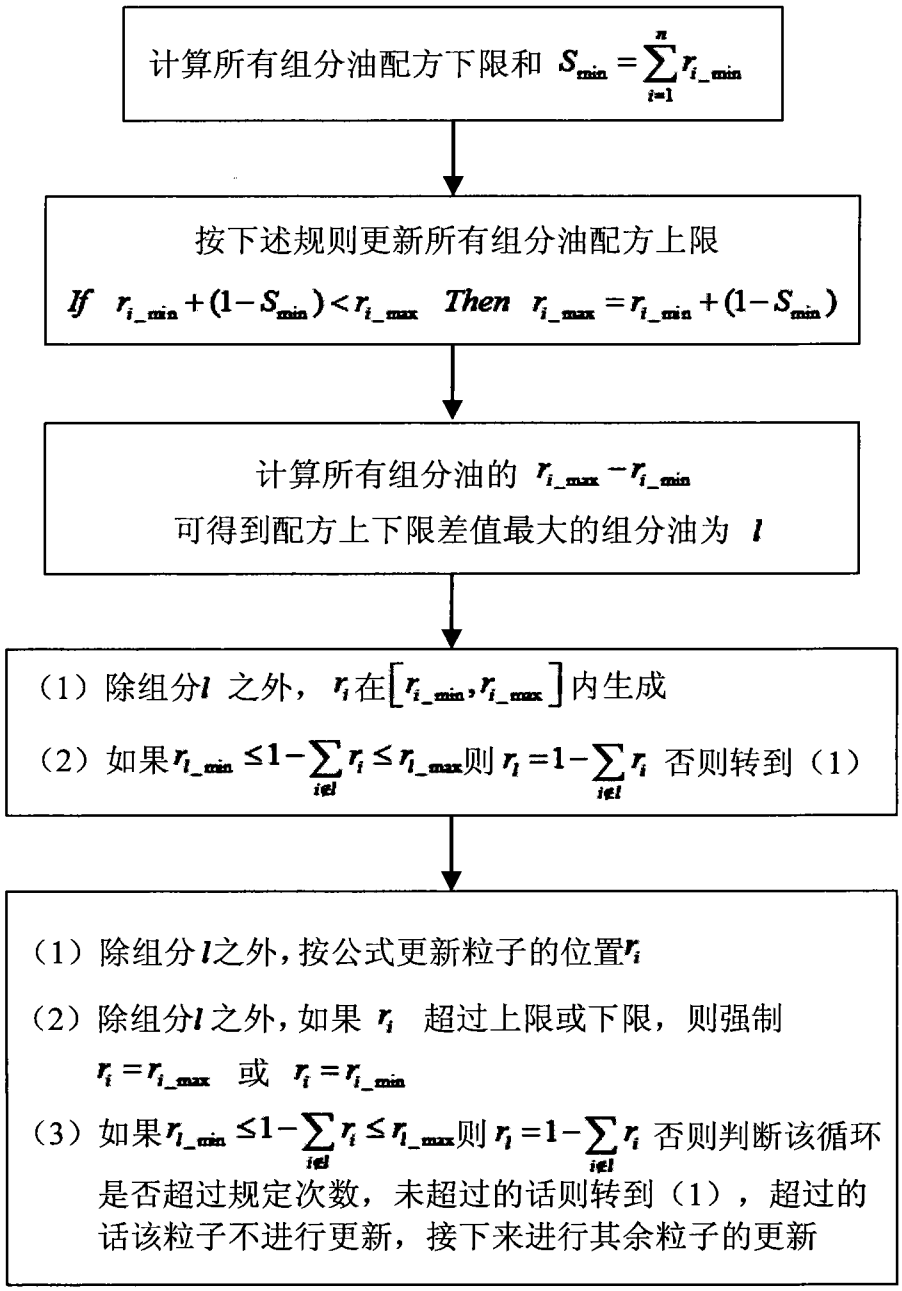

计算所有组分油配方下限和 $S_{min}=\sum_{i=1}^{n} r_{i_min}$
按下述规则更新所有组分油配方上限
If $r_{i_min}+(1-S_{min})<r_{i_max}$ Then $r_{i_max}=r_{i_min}+(1-S_{min})$
计算所有组分油的 $r_{i_max}-r_{i_min}$
可得到配方上下限差值最大的组分油为 l
（1）除组分l 之外， r_i在$[r_{i_min}, r_{i_max}]$内生成
（2）如果$r_{l_min} \le 1-\sum_{i\neq l} r_i \le r_{l_max}$则 $r_l=1-\sum_{i\neq l} r_i$ 否则转到（1）
（1）除组分l之外，按公式更新粒子的位置r_i
（2）除组分l 之外，如果 r_i 超过上限或下限，则强制
$r_i=r_{i_max}$ 或 $r_i=r_{i_min}$
（3）如果$r_{l_min} \le 1-\sum_{i\neq l} r_i \le r_{l_max}$则 $r_l=1-\sum_{i\neq l} r_i$ 否则判断该循环是否超过规定次数，未超过的话则转到（1），超过的话该粒子不进行更新，接下来进行其余粒子的更新

图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2014/000966

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 19/00 (2011.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, VEN, CNKI: blend, gasoline, optimize, model , constraint

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 102663221 A (HEHAI UNIVERSITY) 12 September 2012 (12.09.2012) description, paragraphs [0047] to [0137]	1-8
A	CN 101271336 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 24 September 2008 (24.09.2008) the whole document	1-8
A	CN 101320440 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 10 December 2008 (10.12.2008) the whole document	1-8
PX	CN 103745115 A (EAST CHINA SCI & TECHNOLOGY UNIVERSITY) 23 April 2014 (23.04.2014) claims 1 to 8	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
26 January 2015	11 February 2015
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer YANG, Jie Telephone No. (86-10) 62411825

Form PCT/ISA /210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2014/000966

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102663221 A	12 September 2012	CN 102663221 B	10 September 2014
CN 101271336 A	24 September 2008	CN 100580599 C	13 January 2010
CN 101320440 A	10 December 2008	CN 101320440 B	09 November 2011
CN 103745115 A	23 April 2014	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2014/000966

A. 主题的分类

G06F 19/00(2011.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G06F

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用）)

CNABS，VEN，CNKI:调合，油，优化，模型，约束；blend, gasoline, optimize, model, constraint

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 102663221 A (河海大学) 2012年 9月 12日 (2012 - 09 - 12) 说明书第[0047]-[0137]段	1-8
A	CN 101271336 A (浙江大学) 2008年 9月 24日 (2008 - 09 - 24) 全文	1-8
A	CN 101320440 A (浙江大学) 2008年 12月 10日 (2008 - 12 - 10) 全文	1-8
PX	CN 103745115 A (华东理工大学) 2014年 4月 23日 (2014 - 04 - 23) 权利要求1-8	1-8

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2015年 1月 26日	2015年 2月 11日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国 传真号 (86-10)62019451	杨洁 电话号码 (86-10)62411825

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2009年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2014/000966

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	102663221	A	2012年 9月 12日	CN	102663221	B	2014年 9月 10日
CN	101271336	A	2008年 9月 24日	CN	100580599	C	2010年 1月 13日
CN	101320440	A	2008年 12月 10日	CN	101320440	B	2011年 11月 09日
CN	103745115	A	2014年 4月 23日		无		